

A QUALIDADE DO AR EM UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE CLIMATIZADA COM SPLIT-SYSTEM: UM  
ESTUDO DE CASO.

**Maxymme Mendes de Melo** – [maxymme.melo@ifrn.edu.br](mailto:maxymme.melo@ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

**Leyvison Willian da Silva Santos** – [leyvison.santos@escolar.ifrn.edu.br](mailto:leyvison.santos@escolar.ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

**Luidgi Emerson de Oliveira Rodrigues** – [luidgi.o@escolar.ifrn.edu.br](mailto:luidgi.o@escolar.ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

**Bergson Davi Oliveira Confessor** – [c.bergson@escolar.ifrn.edu.br](mailto:c.bergson@escolar.ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

**Ghennefer Vívian de Medeiros Batista** – [ghennefer.vivian@escolar.ifrn.edu.br](mailto:ghennefer.vivian@escolar.ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

**Jaélida Raynara Lima Do Nascimento** – [raynara.nascimento@escolar.ifrn.edu.br](mailto:raynara.nascimento@escolar.ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

**Hemilly Geovana Mendonça da Silva** – [hemilly.g@escolar.ifrn.edu.br](mailto:hemilly.g@escolar.ifrn.edu.br)

IFRN – campus Santa Cruz

F2 – Qualidade Ambiental Interna

**Resumo.** A qualidade do ar em ambientes hospitalares é um assunto de saúde pública que deve ser debatido. Tanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) quanto a Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado (ASHRAE) recomenda a ventilação de ambientes fechados para reduzir a transmissão de doenças virais, como o SARS-COV-2 e a gripe INFLUENZA (RNA). No Brasil, alguns Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) utilizam sistemas de condicionamento de ar do tipo split system, os quais não realizam a renovação do ar isoladamente e reduzem a umidade relativa do ar interno. O fluxo de ar desses sistemas pode contribuir para a disseminação de infecções virais e bacterianas, especialmente em ambientes hospitalares. Este artigo tem como objetivo fornecer um estudo de caso da qualidade do ar na UBS do bairro do Paraíso, Santa Cruz/RN, que utiliza sistemas de climatização do tipo split. O estudo consistiu na avaliação dos níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), umidade relativa do ar (UR) e temperatura interna e externa nas salas de vacinação e triagem. Dentre os resultados, destacam-se os níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) inferiores a 1.000 PPM e uma umidade relativa do ar interno (UR) média entre 40% e 60% em todas as medições realizadas.

**Palavras-chave:** Qualidade do ar, Saúde pública, Climatização, Contaminação aérea, Infecções hospitalares

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ar em instalações de saúde desempenha um papel crítico na proteção tanto dos pacientes quanto dos profissionais de saúde. Para garantir isso, é vital considerar a circulação apropriada do ar ao projetar sistemas de condicionamento de ar. De acordo com a norma ABNT NBR 7256 (2022), é recomendado evitar o uso de sistemas de condicionamento de ar do tipo *split system* em ambientes hospitalares. Logo, é fundamental manter um controle rigoroso da qualidade do ar em ambientes de saúde, implementando sistemas de ventilação e climatização adequados para promover a circulação de ar limpo para reduzir a disseminação de patógenos (WHO, 2022).

Nesse sentido, a partir da revisão da NBR 7256 (2022), novas precauções foram adotadas frente a qualidade do ar, tornando o uso de condicionadores de ar do tipo *split* inadequados nesses ambientes em decorrência do equipamento não atender as medidas exigidas pela norma.

Além disso, vale destacar a Portaria N° 3.523 de 28 de agosto de 1998, a qual tem como finalidade garantir ao cidadão a qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados. Dessa forma, é de extrema importância reconhecer que o ar hospitalar é uma fonte de risco, uma vez que há a possibilidade de contaminação aérea por agentes infecciosos, como o SARS-COV-2, vírus da COVID-19. Assim, espera-se que ao aderir as diretrizes que a NBR 7256 (2022) e a Portaria N° 3.523 estabelecem, o fator que ocasiona o risco seja reparado.

Pacientes hospitalizados, especialmente os imunocomprometidos, são particularmente vulneráveis a microrganismos que podem agravar seu estado de saúde (Mounier e Pittet, 2015; Phua e Barie, 2019). A avaliação dos níveis de CO<sub>2</sub>, temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica são cruciais para analisar a qualidade do ar em espaços fechados que utilizam sistemas de condicionamento de ar do tipo *split* (Nguyen e Tran, 2022).

Este artigo tem como finalidade realizar um estudo de caso em relação à qualidade do ar em dois ambientes, uma sala de vacinação e uma sala de triagem, da UBS do Paraíso, na cidade Santa Cruz/RN. Foram aferidos os níveis de CO<sub>2</sub>, umidade relativa e temperatura, dos respectivos ambientes, nos horários de atendimento ao público.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas de condicionamento de ar do tipo split system não realizam a renovação do ar internamente, a menos que isso seja previsto em projetos de climatização (André, 2020). A renovação do ar interno envolve a frequência com que ocorrem as trocas de ar no ambiente, considerando o volume do espaço e o tempo necessário para que essa renovação seja efetivada (NBR 16401-3, 2008). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleceu diretrizes para controlar a qualidade do ar, incluindo a renovação do ar, conforme descrito na RESOLUÇÃO-RE 09 (2003).

Nesse contexto, a renovação do ar desempenha um papel crucial na proteção de pacientes imunocomprometidos, acompanhantes e funcionários que trabalham em ambientes hospitalares, tornando-se uma questão de saúde pública (Braun e Corley, 2021; Fang e Deng, 2022). É essencial que se dê atenção aos riscos associados à disseminação aérea de doenças virais, que podem resultar em infecções hospitalares, como no caso da pneumonia, H1N1, amigdalite dentre outras (Chen e Xu, 2021; Gandhi e Jain, 2022).

Diante disso, de acordo com a OMS, tanto a COVID-19 quanto a influenza são transmitidos por meio da dispersão de gotículas ou aerossóis no ar. A transmissão por gotículas ocorre pelo contato próximo (na faixa de 1 metro) entre uma pessoa saudável e outra infectada, a qual pode liberar partículas de saliva no ar do ambiente. Dessa forma, O vírus suspenso no ar pode atingir os olhos, boca e nariz das pessoas vulneráveis, possibilitando uma infecção. Já a transmissão por aerossóis é caracterizada por pequenas partículas (núcleos de gotículas) as quais podem ficar suspensas no ar por um longo tempo, facilitando o contágio (OMS). O contato indireto está relacionado ao contágio por meio do contato com superfícies contaminadas (OMS).

Organizações como a ASHRAE, a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) e a Federação das Associações Europeias de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (REHVA) emitiram diretrizes sobre o uso adequado do sistema *split* durante a pandemia da COVID-19 e os riscos de propagação de doenças virais pelo ar (ABRAVA, 2020; ASHRAE, 2020; REHVA, 2020) o que, desde então, tem levado as organizações, governos e empresas a uma melhoria nos diversos sistemas de condicionamento de ar, sob a perspectiva da qualidade do ar interior e a redução de patógenos.

## 3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos desta investigação, foram seguidos os seguintes procedimentos. Primeiramente, foi selecionada uma unidade básica de saúde na cidade de Santa Cruz/RN e realizada uma análise dos sistemas de condicionamento de ar em vigor. Em seguida, foram conduzidas medições da temperatura interna e externa, umidade relativa interna e externa, concentração de CO<sub>2</sub>, conforme estipulado pela Resolução N° 09 da ANVISA (2003), e a taxa de renovação do ar, conforme especificado na ABNT NBR 7256 (2022).

É importante ressaltar que as variações recomendadas (ANVISA, 2003) para a temperatura de bulbo seco em ambientes internos durante o verão devem situar-se entre 23°C e 26°C, enquanto a umidade relativa ideal varia entre 40% e 65%. Além disso, o limite recomendado para a concentração de CO<sub>2</sub>, que serve como indicador de renovação do ar exterior, é de 1.000 PPM (partes por milhão).

A Unidade Básica de Saúde Paraíso, em Santa Cruz/RN, forneceu dois ambientes para avaliação: uma sala de vacinação de 20,12 m<sup>2</sup> com um condicionador de ar *High-wall* de 5.200 W e uma sala de triagem de 11,93 m<sup>2</sup> com um condicionador de ar *High-wall* de 2.550 W. Cada ambiente possui um pé direito de 3 metros. Importante observar que a sala de vacinação não possui janelas, enquanto a sala de triagem possui uma janela hermética, o que exclui a infiltração do ar exterior como fator relevante.

Para monitorar a qualidade do ar interno nas áreas de vacinação e triagem, dois sensores foram instalados. O Sensor 1, localizado na sala de vacinação, tem uma faixa de detecção de CO<sub>2</sub> de 400-5000 PPM, uma faixa de medição de temperatura de 0 a 50 °C, com uma precisão de ± 1 °C, e uma faixa de medição de umidade de 0% - 99%, com precisão de ± 2% UR. O Sensor 2, posicionado na área de triagem, apresenta uma faixa de detecção de CO<sub>2</sub> de 100-5000 PPM, uma faixa de medição de temperatura de -10 a 50 °C, com uma precisão de ± 1 °C, e uma faixa de medição de umidade de 0% - 99%, com precisão de ± 2% UR. Ambos os sensores foram colocados no centro das salas, em uma das paredes laterais, perpendicular ao fluxo de ar, a uma altura de 1,5 metros do piso, Fig. 1.

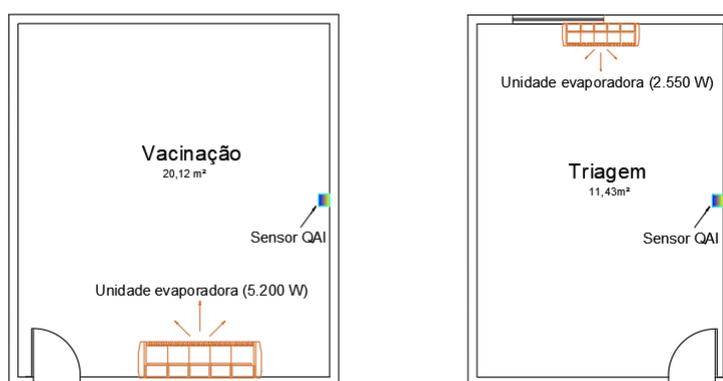


Figura 1. Croqui dos ambientes (posição das unidades evaporadoras e sensores QAI – qualidade do ar interior).

Conforme a ABNT NBR 7256 de (2022), é recomendada uma taxa de renovação de 3 vezes por hora na sala de vacinação e de 12 vezes por hora na sala de triagem. Apesar de a abertura manual de portas a cada hora ser uma solução prática e sugerida por André *et al.* (2020) para promover a renovação do ar em ambientes com restrições de equipamentos e orçamento, é importante reconhecer que essa prática não garante uma renovação de ar constante e adequada em todos os momentos.

A entrada de ar exterior por meio de portas, janelas ou outras aberturas pode contribuir para a renovação do ar, mas trata-se de uma ocorrência aleatória e variável, que não assegura a consistência necessária para atender às demandas de renovação de ar em qualquer instante. Portanto, embora a estratégia sugerida possa ser útil em circunstâncias limitadas, é essencial considerar soluções mais robustas e sistemáticas para garantir a qualidade do ar interior de forma confiável e contínua.

A fórmula para calcular o tempo necessário para a abertura das portas pode ser encontrada em nosso trabalho:

$$\text{Tempo de abertura (min)} = \frac{\text{área do ambiente} \times \text{taxa de renovação do ambiente} \times \text{pé direito} \times 60}{\text{infiltração de ar exterior pela porta}} \quad (1)$$

A quantidade estimada de ar exterior que entra pelas portas é de 1350 m<sup>3</sup> por hora para portas com uma largura de 90 cm ou menos, conforme indicado por Creder (2004). É importante notar que esse valor pode variar com base na largura da porta. No caso específico dos ambientes avaliados, as portas têm uma largura de 90 cm. Após efetuar os cálculos, determinou-se que o tempo de abertura das portas necessário para a sala de vacinação é de 8 minutos por hora, enquanto para a triagem é de 19 minutos por hora. No entanto, esses cálculos são apenas aproximações iniciais e não garantem precisão devido às limitações da metodologia. A proposta de usar a abertura de portas é, portanto, apontar para a necessidade de projetos e equipamentos específicos para garantir uma renovação adequada.

As medições da temperatura e umidade relativa do ar externo foram obtidas por meio do site climatempo.com.br, o qual utiliza informações meteorológicas provenientes de diversas fontes, incluindo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), já aplicadas em outras pesquisas (Fante e Neto, 2019; Silva *et al.*, 2020). É importante mencionar que o acesso ao banco de imagens e histórico das medições está disponível apenas na versão paga do site, o que não foi viável devido às restrições orçamentárias deste estudo.

Para avaliar essas propriedades, os experimentos ocorreram nos horários e turnos de funcionamento da Unidade Básica de Saúde (UBS), que incluem o turno matutino, das 7h às 11h, e o turno vespertino, das 13h às 17h. Os ensaios foram realizados em duplicata para garantir a validação estatística dos resultados. Ademais, vale destacar que os instrumentos de medição estavam devidamente calibrados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui estão registradas as medições das temperaturas interna e externa de bulbo seco (°C), umidade interna e externa (%) e concentração de CO<sub>2</sub> (PPM) nas salas de vacinação e triagem, respectivamente. É importante ressaltar que as salas não tinham renovação de ar planejada nem implementada no local. A ventilação natural foi o método adotado para a renovação do ar, realizado pela abertura das portas de cada sala. Conforme a Eq. 1, a porta da sala de vacinação era mantida aberta por 8 minutos a cada hora, enquanto na sala de triagem a porta permanecia aberta por 19 minutos a cada hora.

### 4.1 Sala de vacinação

#### 4.1.1 Temperatura de Bulbo Seco (TBS)

A temperatura de bulbo seco pode influenciar a concentração de poluentes no ar interno. Por exemplo, em temperaturas elevadas, alguns materiais de construção e mobiliário podem liberar compostos orgânicos voláteis (VOCs) mais rapidamente, aumentando a concentração desses poluentes no ar interno (Tan *et al.*, 2021). Se a TBS for baixa, pode afetar a umidade relativa e promover o crescimento de mofo e fungos (Caillaud *et al.*, 2018).

Em todos os momentos, como retratado na Fig. 2 à esquerda, turno matutino, a temperatura interna permaneceu mais baixa em relação à temperatura externa. Isso é um reflexo do uso contínuo do sistema de condicionamento de ar tipo *split*, com destaque para os horários mais quentes da manhã, ou seja, às 10h e 11h, quando a diferença atingiu cerca de  $\pm 5^\circ\text{C}$ . A média da temperatura interna na sala de vacinação foi registrada como  $23,5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ .

Na Figura 2, à direita, turno vespertino, a temperatura interna média foi de  $23,4^\circ\text{C}$ . A diferença média entre a temperatura do ambiente interno e externo foi de  $9,4^\circ\text{C}$  ao considerar todos os horários. O sistema de condicionamento de ar desempenha um papel crucial na manutenção da temperatura interna, tanto durante a manhã quanto à tarde, dentro das faixas recomendadas pela ANVISA (2003), ou seja, entre  $23$  e  $26^\circ\text{C}$ , especialmente durante o verão.

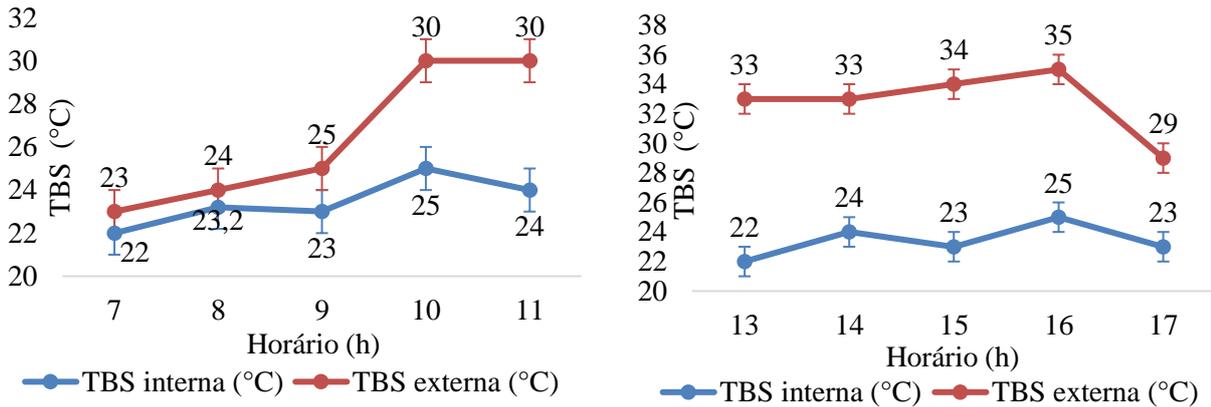


Figura 2. Medições da TBS - Sala de Vacinação **sem** renovação (matutino, à esq.; vespertino, à dir.).

Na Figura 3 observamos que, faltando 8 minutos para completar uma hora, a porta era aberta por 8 minutos. Durante esse período, a temperatura da TBS interna não aumentou, tanto de manhã quanto à tarde, e permaneceu abaixo da temperatura da TBS externa. Pela manhã, a temperatura média da TBS interna foi de 22,2°C, enquanto a TBS externa estava a 25,4°C. No turno da tarde, a temperatura média da TBS interna foi de 23,7°C, enquanto a TBS externa estava a 31,1°C.

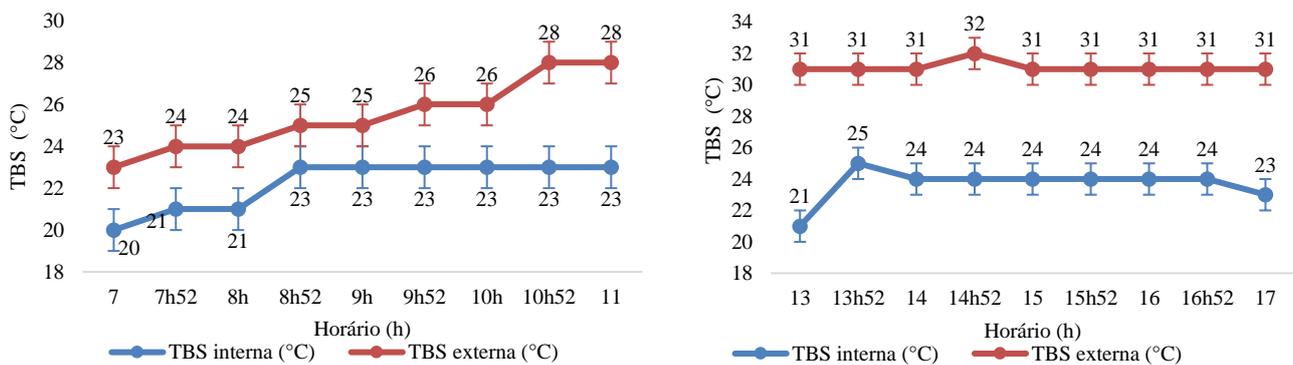


Figura 3. TBS - Sala de Vacinação **com** renovação (matutino, à esq.; tarde, à dir.).

#### 4.1.2 Umidade Relativa (UR)

Níveis inadequados de umidade afetam o conforto e a saúde dos ocupantes. Baixa umidade causa ressecamento das vias respiratórias, pele e olhos, enquanto alta umidade propicia o crescimento de mofo e fungos, que podem causar problemas respiratórios e alergias. Manter níveis adequados de umidade é essencial para um ambiente interno saudável e confortável (Li e Yang, 2014).

A Figura 4, representada no lado esquerdo (manhã), ilustra a progressiva redução da umidade do ar, tanto interna quanto externa, ao longo do tempo. É evidente a diminuição da umidade interna quando o condicionador de ar está em operação pois este atua retirando a umidade do ar, chegando a valores inferiores a 40% das 10h às 11h. Esse valor está abaixo do limite recomendado pela ANVISA e pode causar desconforto respiratório, pele seca e irritação nos olhos e membranas mucosas. Além disso, pode agravar condições respiratórias, como asma e bronquite (Li e Yang 2014).

A Figura 4, localizada no lado direito (tarde), aponta uma tendência de aumento da umidade relativa do ar externo com o passar do tempo. A umidade relativa interna diminuiu das 13h às 16h e, em geral, apresentou uma média de 43,6%, o que está em conformidade com as diretrizes da ANVISA. O limite inferior permitido para a umidade relativa no verão é de 40%. No entanto, entre 16h e 17h, a umidade relativa interna ficou abaixo desse limite.

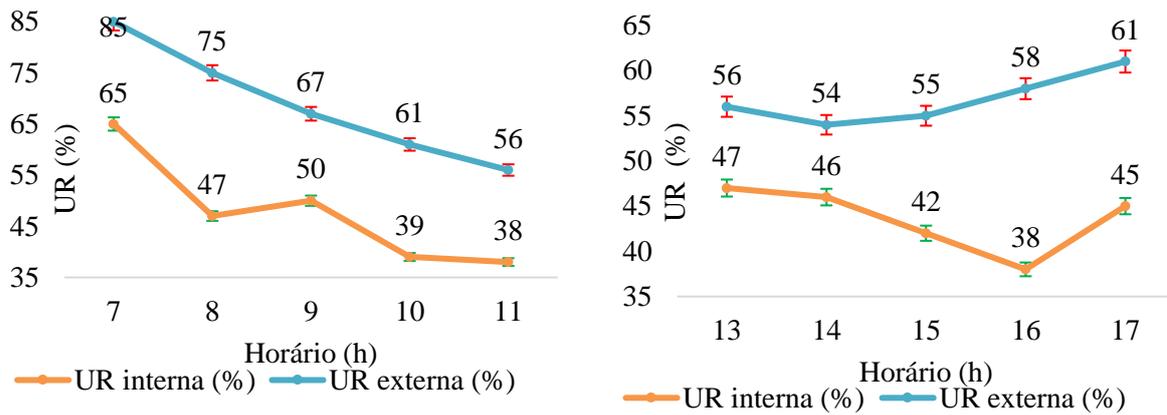


Figura 4. Medições da UR - Sala de Vacinação sem renovação (matutino, à esq.; vespertino, à dir.).

A Figura 5 ilustra a variação da umidade relativa do ar externo, com uma redução pela manhã e um aumento à tarde. A umidade relativa interna durante o turno da manhã não apresentou um padrão definido, e o mesmo ocorreu durante o turno da tarde. No entanto, em ambos os turnos, a umidade relativa interna permaneceu abaixo da umidade relativa do ar externo.

É importante notar que, nos dias em que as medições foram realizadas na sala de vacinação com sistema de renovação de ar, houve ocorrência de chuvas durante a madrugada. Esse fator contribuiu para os valores elevados da umidade relativa do ar, juntamente com o fato de que o céu permaneceu nublado durante o dia, com chuvas fracas em algumas áreas da cidade. A média da umidade relativa do ar interno, no turno matutino, foi de 58,4%, enquanto a umidade relativa do ar interno, no turno vespertino, foi de 52,4%, valores que estão abaixo do limite superior de 60% recomendado pela ANVISA para a umidade em condições de verão.

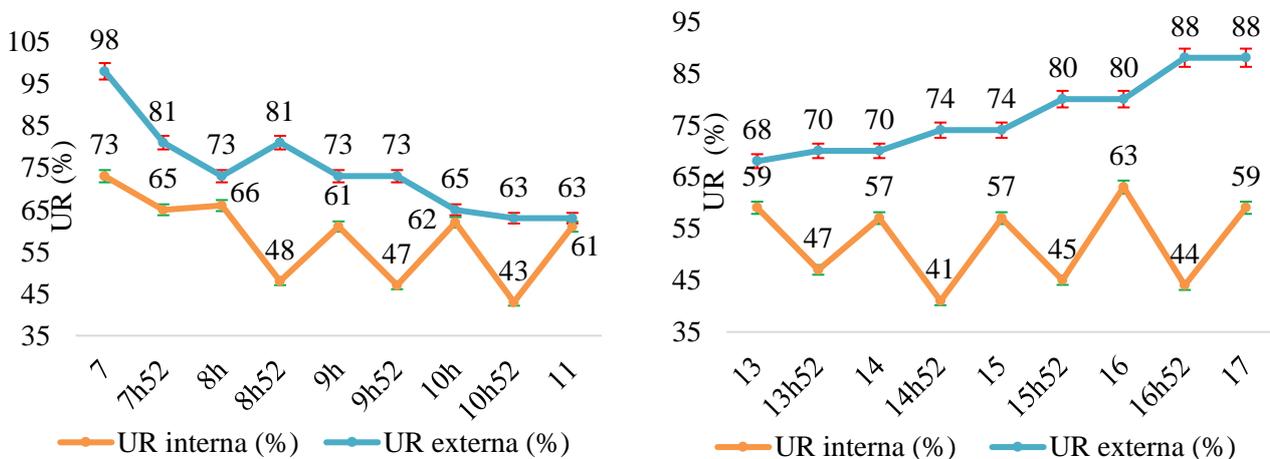


Figura 5. UR - Sala de Vacinação com renovação (matutino, à esq.; tarde, à dir.).

#### 4.1.3 CO<sub>2</sub>

Conforme ilustrado na Fig. 6, no período da manhã, os níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se mantêm consistentemente abaixo de 1.000 PPM em todos os intervalos de tempo analisados. Esse valor é reconhecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como um indicador da renovação do ar exterior. Isso significa que, pelo menos nesse aspecto, a qualidade do ar interior está em conformidade com os padrões estabelecidos por essa autoridade reguladora. Essa mesma tendência se repete no período da tarde, conforme evidenciado na Fig. 6.

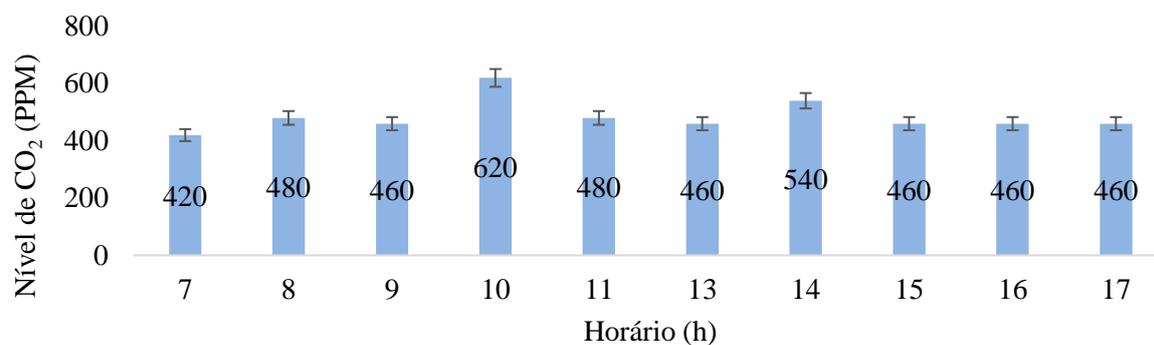


Figura 6. Nível de CO<sub>2</sub> - Sala de Vacinação sem renovação.

A Figura 7 revela que nos períodos matutino e vespertino, a concentração média de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) foi de 475 e 488 partes por milhão (PPM), respectivamente. Estes valores estão abaixo das recomendações da ANVISA (2003) que indicam o nível de CO<sub>2</sub> como um indicador de renovação do ar exterior.

Inicialmente, esperava-se que a abertura das portas em quatro ocasiões, seguida pelo subsequente fechamento, resultasse em uma redução na concentração de CO<sub>2</sub>. Isso, de fato, ocorreu, mas não em todos os horários. Durante a manhã, observou-se a diminuição em dois momentos, às 8h52 e às 11h. À tarde, a redução foi evidente em três horários, às 14h, 15h e 16h.

Uma das explicações para esse comportamento está relacionada ao número de pessoas do lado de fora da sala, que foi maior do que o usual, o que pode ter afetado a taxa de renovação do ar.

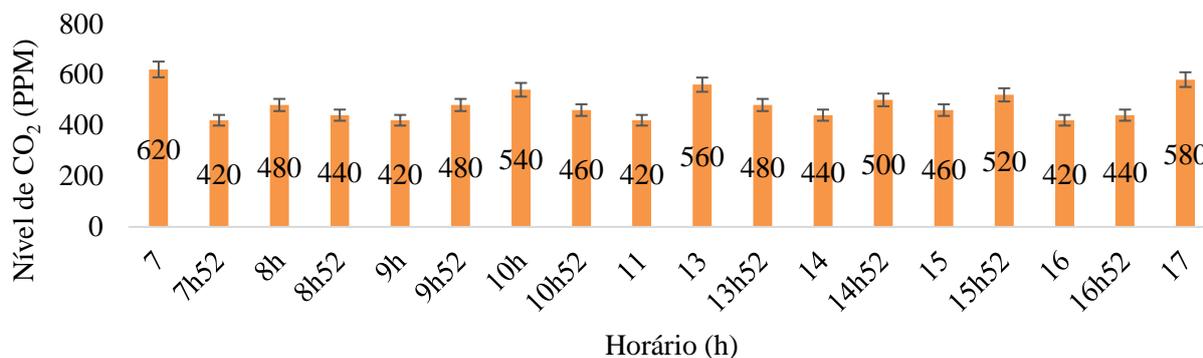


Figura 7. CO<sub>2</sub> - Sala de Vacinação com renovação.

## 4.2 Triagem

### 4.2.1 Temperatura de Bulbo Seco (TBS)

A partir dos dados apresentados na Fig. 8, é possível calcular a média da temperatura interna no turno da manhã, que é influenciada pelo sistema de condicionamento de ar, a qual se situa em torno de  $23,4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Este valor se encontra em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela ANVISA para as condições de verão, conforme especificado no documento de 2003, página 3.

Durante as medições realizadas no período da tarde, todas as temperaturas internas registradas são inferiores às temperaturas externa (TBS). Isso resulta em um ambiente com temperatura agradável para o conforto humano e está de acordo com as recomendações da ANVISA em 2003, que estabelece uma média de  $24^{\circ}\text{C}$  para a temperatura interna.

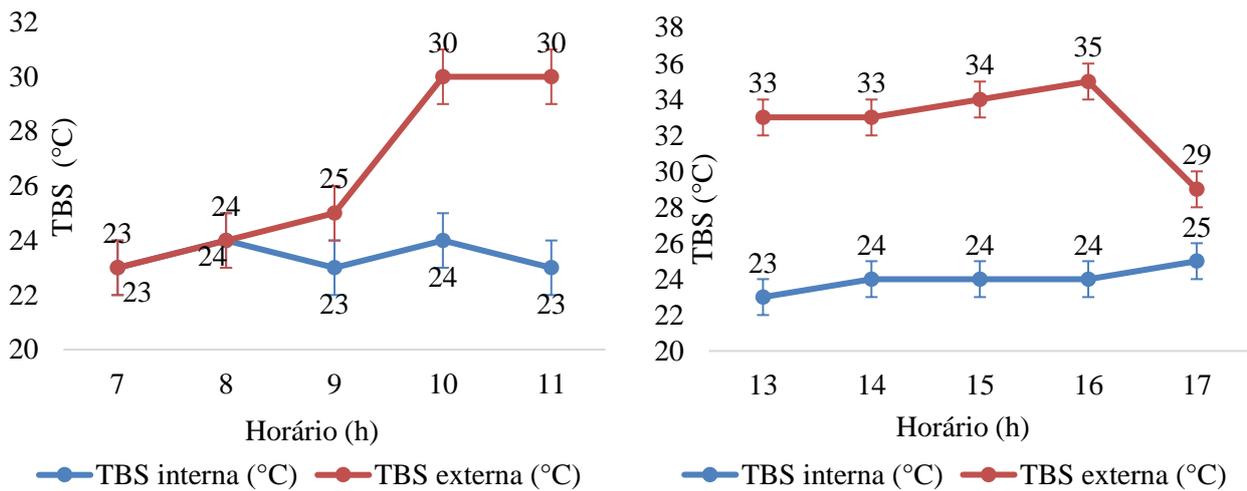


Figura 8. Medições da TBS - Sala de Triagem **sem** renovação (matutino, à esq.; vespertino, à dir.).

Conforme evidenciado na Fig. 9, que representa a sala de triagem, tanto no período da manhã quanto à tarde, mesmo durante os 19 minutos de abertura da porta, que se inicia no minuto 20 de cada hora e perdura até o minuto 39, a temperatura média (TBS) interna é inferior à temperatura média externa. Pela manhã, a TBS média interna registra 23°C, enquanto a TBS externa, 25,6°C. À tarde, a TBS média interna atinge 24,8°C, em comparação com a TBS externa de 31,3°C.

É importante notar que os valores da TBS interna se encontram dentro da faixa recomendada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme estipulado no documento de 2003, página 3, para condições de temperatura de verão.

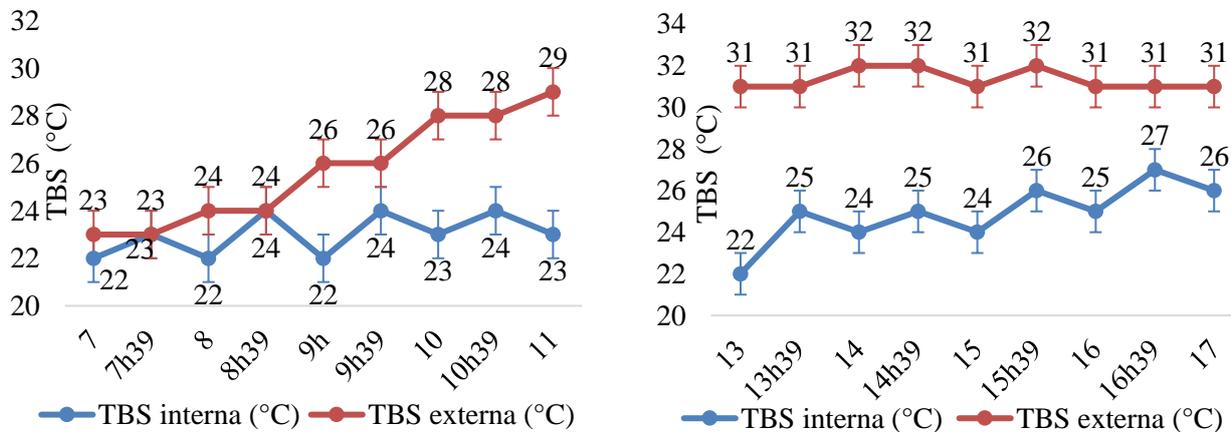


Figura 9. TBS - Sala de Triagem **com** renovação (matutino, à esq.; vespertino, à dir.).

#### 4.2.2 Umidade Relativa (UR)

A Figura 10, ambiente sem renovação, indica uma diminuição dos níveis de umidade relativa (UR), tanto interna quanto externa, das 7h às 11h. Em nenhum dos intervalos de tempo, a UR interna esteve abaixo de 40%, mantendo uma média de 47,2% durante a manhã.

A tarde a UR interna oscila, com uma média de 42%, quando se exclui o primeiro horário. Observa-se um padrão em que, quanto menor a diferença entre as temperaturas interna e externa, menor é o valor da UR interna, exceto no horário das 13h. A UR interna, nesse turno, está de acordo com as expectativas da ANVISA para condições de verão.

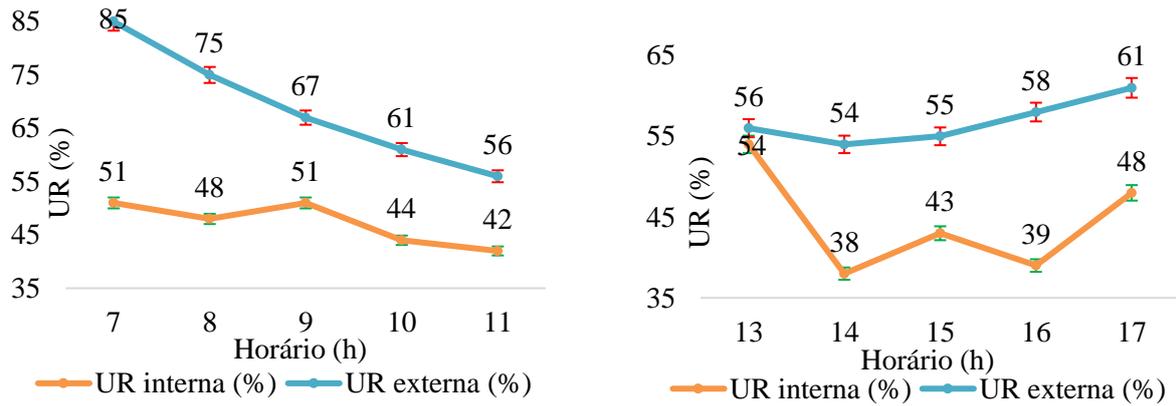


Figura 10. Medições da UR - Sala de Triagem **sem** renovação (matutino, à esq.; vespertino, à dir.).

A Figura 11, ambiente com renovação do ar, revela uma variação na umidade relativa (UR) interna durante os turnos da manhã e da tarde, em contraste com a UR externa, que diminui pela manhã e aumenta à tarde.

Em cada hora, no minuto 39, observa-se um aumento na UR interna tanto de manhã quanto de tarde, devido à abertura da porta por 19 minutos, com uma tendência natural em direção aos valores da UR externa. Em duas medições específicas, às 9h39 e 10h39, a UR interna supera a UR externa. No entanto, considerando a margem de erro do equipamento para UR ( $\pm 2\%$ ), podemos concluir que, nesses momentos específicos, a UR interna e a UR externa são estatisticamente iguais. Isso justifica o comportamento observado na curva da Fig. 11 (à esquerda).

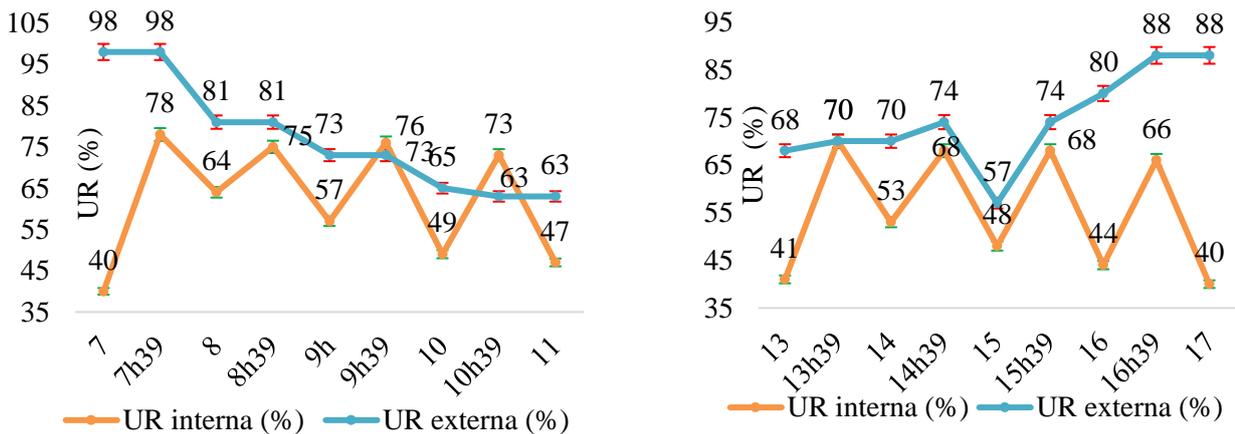


Figura 11. UR - Sala de Triagem **com** renovação (matutino, à esq.; tarde, à dir.).

#### 4.2.3 CO<sub>2</sub>

A Figura 12 ilustra que em ambos os turnos e em todos os momentos, os níveis internos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) são inferiores a 1.000 PPM, o que corresponde à referência estabelecida pela ANVISA (2003).

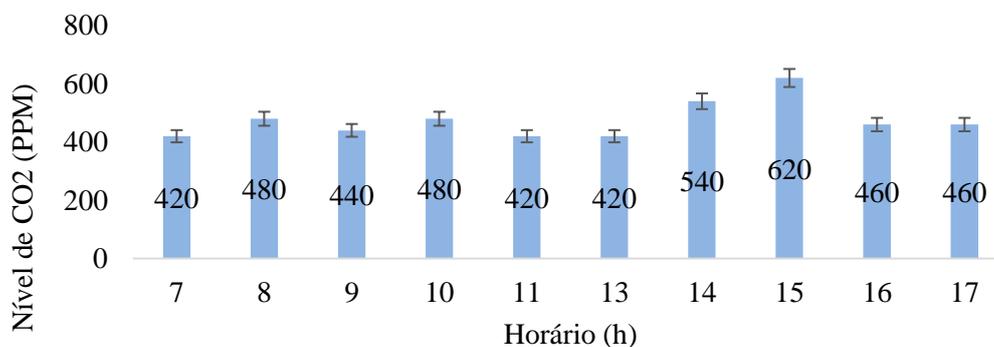


Figura 12. Nível de CO<sub>2</sub> - Sala de Triagem **sem** renovação.

A Figura 13 demonstra que em todos os momentos de medição, tanto durante os turnos matutino quanto vespertino, os níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) permanecem abaixo de 1.000 PPM, que é o valor de referência estabelecido pela ANVISA. Isso serve como um indicador da renovação do ar exterior na sala. Surpreendentemente, mesmo com a abertura das portas por 19 minutos a cada hora, a concentração de CO<sub>2</sub> não apresenta uma redução significativa. Isso se deve ao alto tráfego de pessoas nos corredores próximos à sala de triagem e à falta de uma fonte de ar externo nas imediações da sala.

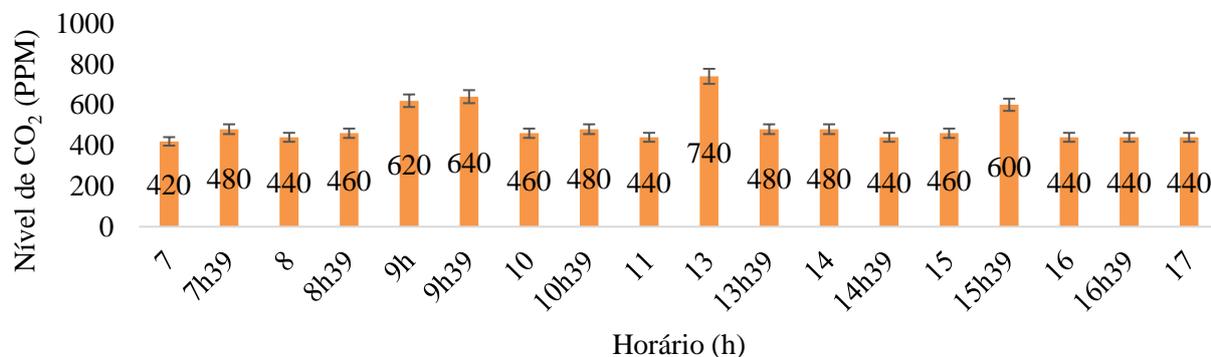


Figura 13. Nível de CO<sub>2</sub> - Sala de Triagem com renovação.

## 5. CONCLUSÃO

As doenças transmitidas pelo ar podem ser controladas nos ambientes internos por meio da ventilação, entre outras medidas. Os locais de cuidados de saúde são particularmente críticos, já que abrigam indivíduos com várias doenças, exigindo uma atenção especial a esse aspecto.

Além dos riscos para a saúde dos pacientes, a má qualidade do ar também pode prejudicar a saúde dos trabalhadores da área da saúde. Funcionários que trabalham em ambientes com ar de má qualidade podem apresentar sintomas como fadiga, dores de cabeça, irritação nos olhos e na garganta, e dificuldade de concentração. Em casos mais graves, a exposição prolongada a ar de má qualidade pode aumentar o risco de doenças respiratórias, como asma e bronquite.

No caso da Unidade Básica de Saúde do Paraíso, Santa Cruz/RN, local deste estudo, a climatização dos ambientes é realizada com sistemas de condicionamento de ar do tipo *split*. No entanto, esses sistemas, por si só, não garantem a renovação do ar e, quando em uso, reduzem a umidade relativa interna.

A simples redução da temperatura promovida por condicionadores de ar *split*, fator esse observado em todas as medições, não deve ser o único objetivo ao projetar sistemas de climatização em ambientes de saúde. A qualidade do ar sob os parâmetros da umidade, taxa de renovação do ar interior merecem inclusão nos projetos e nas instalações.

É essencial considerar fatores como umidade relativa (UR %) e níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uma vez que ignorar esses aspectos pode resultar em uma qualidade do ar interno inadequado, em desacordo com a legislação vigente, e aumentar os riscos para a saúde de funcionários e pacientes devido à recirculação constante do ar interno.

A renovação do ar, originalmente não prevista no projeto, foi implementada por meio da abertura das portas, ocorrendo de duas maneiras: de forma espontânea, com o movimento natural das pessoas nos ambientes avaliados, e de maneira planejada, em intervalos específicos. Embora as medições tenham mostrado que os níveis de CO<sub>2</sub> permaneceram consistentemente abaixo de 1.000 PPM, a abordagem de abertura planejada das portas enfrentou desafios significativos, como o ruído externo e a necessidade de manutenção prolongada das portas abertas, o que acabou levando à sua rejeição como solução definitiva. É crucial reconhecer que a ideia de resolver a ausência de renovação do ar apenas com a abertura de portas é inadequada, pois a renovação apropriada do ar requer estratégias mais robustas e integradas, considerando sistemas de ventilação adequados e outras medidas para garantir a qualidade do ambiente interno de forma contínua e eficaz.

Recomenda-se o desenvolvimento de projetos de climatização em unidades de saúde que atendam aos parâmetros de qualidade do ar, incluindo temperatura interna, umidade e nível de CO<sub>2</sub>, evitando o uso de condicionadores de ar do tipo *split system* sem a inclusão de sistemas específicos de renovação de ar. Além disso, é de suma importância a aplicação do PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle – para garantir a qualidade dos sistemas e a segurança dos profissionais da saúde, trabalhadores, pacientes e visitantes.

## 4 REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, T. S. 2020. Recomendações, frente a covid19, quanto ao uso de ventiladores mecânicos e condicionadores de ar (split system) em ambientes escolares. Revista Holos, v. 5, p. 1-8.
- ANVISA. 2003. Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Dispõe sobre Regulamento Técnico para Condicionadores de Ar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jan. 2003. Seção 1, p. 145.

- ASHRAE. 2020. ASHRAE Issues Statements on Relationship Between COVID-19 and HVAC in Buildings. Ashrae.org.
- ASHRAE. 2021. Epidemic task force core Recommendations for Reducing Airborne Infectious Aerosol Exposure. Ashrae.org.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2018. Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 3: Qualidade do ar interior. NBR 16401-3, Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2022. Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações. NBR 7256, Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA). 2020. Renovação de Ar em Sistemas de AVAC-R Para Reduzir o Risco de Contaminação de Pessoas com o Vírus SARS- CoV-2. Abrava.com.br.
- BRAUN, H.; CORLEY, D. A. 2021. Influenza virus transmission in hospital settings: The role of ventilation. *Indoor Air*, v. 31, n. 2, p. 145-156.
- CAILLAUD, D., LEYNAERT, B., KEIRSBULCK, M., & NADIF, R. 2018. Indoor mould exposure, asthma and rhinitis: findings from systematic reviews and recent longitudinal studies. *European Respiratory Review: An Official Journal of the European Respiratory Society*, 27(148), 170137. <https://doi.org/10.1183/16000617.0137-2017>
- CHEN, X.; XU, X. 2021. Transmission of influenza viruses in healthcare settings: A review of evidence. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, v. 42, n. 11, p. 1299-1308.
- FANG, L.; DENG, L. 2022. Impact of ventilation on indoor air quality and infection control in healthcare settings: A review. *Journal of the American Medical Association*, v. 327, n. 2, p. 111-117.
- FANTE, K. P.; NETO, J. L. S. 2019. Análise comparativa da previsão do tempo e o tempo real por meio dos sítios da internet e da estação meteorológica de Presidente Prudente/SP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 1, p. 1-10.
- GANDHI, M.; JAIN, S. Transmission of SARS-CoV-2 in healthcare settings: A review of evidence. *Journal of Hospital Infection*, v. 109, n. 1, p. 1-14, 2022.
- LI, D.W., & YANG, C. S. 2004. Fungal contamination as a major contributor to sick building syndrome. Em *Advances in Applied Microbiology* (p. 31–112). Elsevier.
- Mounier, A., & Pittet, D. (2015). Infections associées aux soins de santé en milieu hospitalier. *Annales de médecine interne*, 166(12), 794-804.
- NGUYEN, V. T.; TRAN, D. T. 2022. Indoor air quality and infection control in healthcare settings: A review. *Journal of Infection and Public Health*, v. 15, n. 3, p. 440-447.
- Phua, J., Barie, P. S. 2019. Infections in immunocompromised patients. *New England Journal of Medicine*, 380(1), 13-24.
- REVHA. 2020. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations REHVA COVID-19 guidance document. Rehva.eu.
- SILVA, C. R. da, BARBOSA, L. A., FINZI, R. R., RIBEIRO, B. T., & DIAS, N. da S. 2020. Precisão das previsões de temperatura do ar e sua utilização para previsão da evapotranspiração de referência. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 36, n. 1, p. 10-14, 2020. DOI: 10.14393/BJv36n1a2020-42188.
- TAN, Y., ZHI, Y., GAO, M., CHENG, Z., YAN, B., NIE, L., CHEN, G., & HOU, L. 2021. Influence of temperature on formaldehyde emission parameters of solvent-based coatings. *Journal of Coatings Technology and Research*, 18(3), 677–684. <https://doi.org/10.1007/s11998-020-00432-2>
- World Health Organization (WHO). 2022. Guidelines for indoor air quality: Selected pollutants. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

#### AIR QUALITY IN A BASIC HEALTHCARE UNIT CONDITIONED WITH SPLIT-SYSTEM: A CASE STUDY.

**Abstract.** *Air quality in hospital environments is a public health issue that must be debated. Both the World Health Organization (WHO) and the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) recommend ventilation of closed environments to reduce the transmission of viral diseases, such as SARS-COV- 2 and INFLUENZA flu (RNA). In Brazil, some Health Care Establishments (EAS) use split system air conditioning systems, which do not carry out air renewal in isolation and reduce the relative humidity of the internal air. The airflow from these systems can contribute to the spread of viral and bacterial infections, especially in hospital environments. This article aims to provide a case study of air quality at the UBS about Paraíso, Santa Cruz/RN, which uses split-type air conditioning systems. The study consisted of evaluating carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels, relative air humidity (RH) and internal and external temperature in vaccination and screening rooms. Among the results, the highlights are carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels below 1,000 PPM and an average relative indoor air humidity (RH) between 40% and 60% in all measurements carried out.*

**Keywords:** Air quality, Public health, Air conditioning, Airborne contamination, Hospital infections.